

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «07» июня 2021 г. № 78

Б1.О.12 Численные методы и теория оптимизации

рабочая программа дисциплины

Специальность – 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем
Специализация – № 5 «Безопасность открытых информационных систем»
Квалификация выпускника – Специалист по защите информации
Форма и срок обучения – 5 лет 6 мес., очная форма
Кафедра-разработчик программы – Математика

Общая трудоемкость в з.е. –3
Часов по учебному плану –108

Формы промежуточной аттестации в семестрах:
зачет– 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Число недель в семестре	17	
Вид занятий	Часов по учебному плану	Часов по учебному плану
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в форме ПП*	54	54
– лекции	34	34
– практические (семинарские)	17	17
– лабораторные	17	17
Самостоятельная работа	40	40
Зачет		
Итого	108	108

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 26.11.2020г. № 1457

Программу составила:
к.ф.-м.н., доцент, доцент

_____ Е. М. Лыткина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Математика», протокол от «4» июня 2021 г. № 19

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент

_____ Н.Л. Рябченко

СОГЛАСОВАНО

Кафедра «Информационные системы и защита информации»,
протокол от «04» 06 2021 г. № 11/2

И.о. заведующего кафедрой, к.э.н., доцент

_____ Т.К. Кириллова

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели освоения дисциплины	
1	получение основных знаний в области численных методов –
2	математической составляющей современных компьютерных наук;
3	приобретение навыка составления математических моделей, допускающих численное решение;
1.2 Задачи освоения дисциплины	
1	изучение алгоритмов и методов решения задач с помощью численных методов;
2	математических аспектов оптимизации, математического программирования,
3	изучение методов минимизации функций одной и нескольких переменных,
4	формирование профессиональных компетенций.
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Цель воспитания обучающихся – разностороннее развитие личности будущего конкурентоспособного специалиста с высшим образованием, обладающего высокой культурой, интеллигентностью, социальной активностью, качествами гражданина-патриота.	
Задачи воспитательной работы с обучающимися:	
– развитие мировоззрения и актуализация системы базовых ценностей личности;	
– приобщение студенчества к общечеловеческим нормам морали, национальным устоям и академическим традициям;	
– воспитание уважения к закону, нормам коллективной жизни, развитие гражданской и социальной ответственности как важнейшей черты личности, проявляющейся в заботе о своей стране, сохранении человеческой цивилизации;	
– воспитание положительного отношения к труду, развитие потребности к творческому труду, воспитание социально значимой целеустремленности и ответственности в деловых отношениях;	
– обеспечение развития личности и ее социально-психологической поддержки, формирование личностных качеств, необходимых для эффективной профессиональной деятельности;	
– выявление и поддержка талантливых обучающихся, формирование организаторских навыков, творческого потенциала, вовлечение обучающихся в процессы саморазвития и самореализации;	
– формирование у обучающихся исследовательского и критического мышления	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
1	Изучение дисциплины «Численные методы и теория оптимизации» основывается на базовой подготовке по элементарной математике в объёме программы средней школы, и является последующей за дисциплинами,
2	Б1.О..07 Математический анализ
	Б1.О.08 Алгебра и геометрия
3	Б1.О.09 Дискретная математика,
4	и имеет межпредметные связи с дисциплинами Б1.О.13 Информатика
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Дисциплина «Численные методы и теория оптимизации», помимо самостоятельного значения, является предшествующей для дисциплин:
2	Б1.О.26 Языки программирования
3	Б1.О.28 Технологии и методы программирования
4	Б1. О. 47 Информационные технологии
5	Б1.О.25 Теория информации,
6	Б1.О.27 Основы кибернетики
7	Б2.О.01(У) Учебная - учебно-лабораторный практикум

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие. Формирует математическую постановку задачи. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – базовые понятия и, определения дисциплины; – связи между различными понятиями; – основные численные методы решения задач алгебры и математического анализа. – основные численные методы решения задач одномерной и многомерной оптимизации. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – формулировать математическую постановку задач; – анализировать задачи; – применять основные понятия и определения при решении стандартных задач дисциплины, предложенными методами – выбирать оптимальный вариант решения задач и обосновывать свой выбор. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – математическим аппаратом дисциплины; – навыками выбора и применения методов, алгоритмов для решения проблемной ситуации.
	ОПК-3.1 Знает и имеет навыки применения основ математического анализа, алгебры, теории вероятностей и математической статистики, дискретной математики, математической логики и теории алгоритмов, теории автоматов и формальных языков	ОПК-3.2 Умеет использовать типовые математические методы и модели для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-3.3. Имеет навыки применения математических методов и моделирования для решения задач профессиональной деятельности		
ОПК-3. Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности		

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работы	Семестр	Часы				*Код индикатора достижения компетенции
			Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	Раздел 1. Элементы теории погрешности.						
1.1	Теоретические основы численных методов. Математические программные системы. Погрешности вычислений. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа. Запись и правила округления прибли-	3	2	2	-	3	УК-1, ОПК-3

	женных чисел. Основные источники погрешности. Правила приближенных вычислений. Определение количества верных значащих цифр результата вычислений.						
2	Раздел 2. Численные методы решения уравнений и систем.						
2.1	Численное решение систем линейных уравнений. Метод простой итерации. Метод Зейделя	3	2	1	1	3	УК-1, ОПК-3
2.2	Численные методы решения нелинейных уравнений. Отделение корней. Уточнение корней. Метод половинного деления. Метод хорд. Метод касательных. Метод итераций. Условия сходимости и оценка погрешности.	3	2	1	1	3	УК-1, ОПК-3
3	Раздел 3. Интерполяция и аппроксимации функций.						
3.1	Задача интерполирования. Построение интерполирующей функции. Интерполяционная формула Лагранжа. Интерполяционная формула Ньютона. Сплайн-интерполяция.	3	2	2		3	УК-1, ОПК-3
3.2	Подбор эмпирической формулы. Определение параметров эмпирической формулы методом наименьших квадратов.	3	2		2	3	УК-1, ОПК-3
4	Раздел 4. Численное дифференцирование и интегрирование функций.						
4.1	Численное дифференцирование функции. Погрешности, возникающие при численном дифференцировании.	3	2	2		2	УК-1, ОПК-3
4.2	Приближенное вычисление определенных интегралов: квадратурные формулы с равноотстоящими узлами. Оценка погрешности)	3	2		2	2	УК-1, ОПК-3
5	Раздел 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем.						
5.1	Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. Метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты. Оценка погрешности	3	2	2	2	3	УК-1, ОПК-3
5.2	Краевая задача. Численные методы решения краевой задачи. Метод конечных разностей	3	2		2	2	УК-1, ОПК-3
6	Раздел 6. Методы оптимизации функции одной переменной						
6.1	Постановка задачи минимизации функции одной переменной. Локальный и глобальный экстремумы. Унимодальные функции	3	2	2		2	УК-1, ОПК-3
6.2	Методы минимизации прямого поиска: метод оптимального пассивного поиска, метод деления отрезка пополам, метод золотого сечения, метод ломаных	3	2	2	2	2	УК-1, ОПК-3
6.3	Методы минимизации, использующие производные: метод касательных и метод Ньютона	3	2		2	2	УК-1, ОПК-3
7	Раздел 7. Методы оптимизации функции нескольких переменных						
7.1	Постановка задачи безусловной минимизации функции нескольких переменных. Выпуклые множества, выпуклые функции. Квадратичные функции. Понятие о методах спуска.	3	2			2	УК-1, ОПК-3
7.2	Методы покоординатного спуска. Общая схема градиентных методов. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных направлений. Метод Ньютона и модифицированный метод Ньютона	3	2		2	2	УК-1, ОПК-3
7.3	Постановка задачи условной минимизации функции нескольких переменных. Классификация задач математического программирования. Постановка и различные формы записи задач линейного программирования. /Геометрическая интерпретация. Симплекс – метод.	3	2			2	УК-1, ОПК-3
7.4	Основная задача выпуклого программирования. Условие регулярности. Функция Лагранжа. Седловая точка. Теорема Куна – Таккера. Различные виды условий Куна – Таккера. Задача с линейными ограничениями	3	2	2	1	1	УК-1, ОПК-3

7.5	Задачи динамического программирования. Решение задач распределения ресурсов.	3	2	1	1	УК-1, ОПК-3
8	Подготовка к зачету	3			2	УК-1, ОПК-3

**5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине: оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

**6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДИСЦИПЛИНЫ**

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Авторы, со- ставители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библио- теке/ 100% он- лайн
Л1.1	Голубева Н.В.	Математическое моделирование систем и процессов: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп.	СПб.: Лань, 2013	61
Л1.2	Васильев Ф. П.	Методы оптимизации: учебник, Ч. 1. Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование : http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=63313	М.: МЦМНО, 2011	100% on- line
Л1.3	Балабко, Л.В.	Численные методы: учебное пособие / Л.В. Балабко, А.В. Томилова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. схем, табл., ил. - ISBN 978-5-261-00962-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436331 (16.06.2017).	Архангельск: САФУ, 2014	100% on- line
Л1.4	Орешкова, М.Н.	Численные методы: теория и алгоритмы: учебное пособие / М.Н. Орешкова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-01040-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436397 (16.06.2017).	Архангельск: САФУ, 2015.	100% on- line
Л1.5	Крахоткина, Е.В.	Численные методы в научных расчетах : учебное пособие / Е.В. Крахоткина ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации. ил. - Библиогр.: с. 158-159. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458055 (16.06.2017).	Ставрополь: СКФУ, 2015.	100% on- line

6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, со- ставители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библио- теке/ 100% он- лайн
Л2.1	Казанская О. В., Юн С. Г., Альсова О. К.	Модели и методы оптимизации. Практикум: учебное пособие: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=228848	Новосибирск: НГТУ, 2012	100% on- line

Л2.2	Зализняк В. Е., Щепановская Г. И.	Теория и практика по вычислительной математике: учебное пособие: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=229271	Красноярск: СФУ, 2012	100% on-line
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1	Бояркина Г.П., Багдужева Х.Н., Алексеева Т.Л.	Математическое моделирование систем и процессов: Ч. 1: Численные методы: Учебное пособие	Иркутск: ИргУПС, 2011	234
Л3.2	Таирова Е.В.	Линейное программирование: учеб. пособие	Иркутск, 2007	462
Л3.3	Хоменко А.П., Бояркина Г.П.	Линейное программирование. Динамическое программирование: Учеб. пособие	Иркутск, 2003	495
6.1.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л4.1	Голубева Н.В.	Математическое моделирование систем и процессов: учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп.	СПб.: Лань, 2013	61
Л4.2	Васильев Ф. П.	Методы оптимизации: учебник, Ч. 1. Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программирование : http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=63313	М.: МЦМНО, 2011	100% on-line
Л4.3	Балабко, Л.В.	Численные методы : учебное пособие / Л.В. Балабко, А.В. Томилова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. схем., табл., ил. - ISBN 978-5-261-00962-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436331 (16.06.2017).	Архангельск : САФУ, 2014	100% on-line
Л4.4	Орешкова, М.Н.	Численные методы: теория и алгоритмы : учебное пособие / М.Н. Орешкова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-261-01040-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436397 (16.06.2017).	Архангельск : САФУ, 2015.	100% on-line
Л4.5	Краюткина, Е.В.	Численные методы в научных расчетах : учебное пособие / Е.В. Краюткина ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет», Министерство образования и науки Российской Федерации. ил. - Библиогр.: с. 158-159. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458055 (16.06.2017).	Ставрополь : СКФУ, 2015.	100% on-line
Л4.6	Казанская О. В., Юн С. Г., Альсова О. К.	Модели и методы оптимизации. Практикум: учебное пособие: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=228848	Новосибирск: НГТУ, 2012	100% on-line
Л4.7	Зализняк В.	Теория и практика по вычислительной математике:	Красноярск:	100% on-

	Е., Щепановская Г. И.	учебное пособие: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=229271	СФУ, 2012	line
Л4.8	Бояркина Г.П., Багдужева Х.Н., Алексеева Т.Л.	Математическое моделирование систем и процессов: Ч. 1: Численные методы.: Учебное пособие	Иркутск : ИрГУПС, 2011	234
Л4.9	Таирова Е.В.	Линейное программирование: учеб. пособие	Иркутск, 2007	462
Л4.10	Хоменко А.П., Бояркина Г.П.	Линейное программирование. Динамическое программирование: Учеб. пособие	Иркутск, 2003	495
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э1	http://sdo.irkups.ru/moodle/			
Э2	электронно-библиотечная система издательства «Лань» (http://www.e.lanbook.com);			
Э3	электронная библиотека Университета (http://www.irkups.ru/htb);			
Э4	электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (http://www.biblioclub.ru);			
Э5	электронно-библиотечная система «Издательство «Троицкий мост»» (http://www.trmost.com/tm-main);			
Э6	электронная библиотека изданий ФГБОУ «УМЦ ЖДТ» (http://library.miit.ru/fulltext.php);			
Э7	федеральный портал «Российское образование» (http://www.edu.ru);			
Э8	единое окно доступа к образовательным ресурсам (http://window.edu.ru);			
Э9	фонды учебно-методической документации на сайте кафедры «Математика»: http://www.irkups.ru/web-edu/~vm/ .			
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы				
6.3.1 Базовое программное обеспечение				
6.3.1.1	ОС Microsoft Windows 7 Professional, лицензия № 49379844, обновление - контракт №0334100010018000027-0000756-02 от 28.05.2018 АО СофтЛайн Трейд, обновление - контракт № 0334100010019000029-0000756-02 от 17.09.2019г. АО СофтЛайн Трейд, контракт № 0334100010020000010-0000756-02 от 16.06.2020 АО СофтЛайн Трейд Windows Edu Per Device 10 Education, Соглашение № V6760694, обновление - контракт № 0334100010020000010-0000756-02 от 16.06.2020 АО СофтЛайн Трейд			
6.3.1.2	Офисный пакет Microsoft Office 2010, Лицензия № 48288083, обновление - контракт №0334100010018000027-0000756-02 от 28.05.2018 АО СофтЛайн Трейд, обновление - контракт № 0334100010019000029-0000756-02 от 17.09.2019г. АО СофтЛайн Трейд, обновление - контракт № 0334100010020000010-0000756-02 от 16.06.2020 АО СофтЛайн Трейд; Office Professional 2019 - Соглашение № V0709762, контракт № 0334100010020000010-0000756-02 от 16.06.2020 АО СофтЛайн Трейд; LibreOffice v. 5.2, свободно распространяемое ПО, https://ru.libreoffice.org			
6.3.2 Специализированное программное обеспечение				
6.3.2.1	Пакеты прикладных программ Mathcad (MathCAD_student 15.0 Academic_License, 50, УЧ. ПРОЦ. Р.О.№888/CL040107)			
6.3.2.2	MatLab Classroom, R2015a, R2015b Classroom, R2015a, R2015b, сетевая, количество – 56, лицензия УЧ. ПРОЦ. Лицензия № 689810			
6.3.3 Информационные справочные системы				
6.3.3.1	электронная библиотека Университета (http://www.irkups.ru/htb);			
6.3.3.2	электронно-библиотечная система издательства «Лань» (http://www.e.lanbook.com);			
6.3.3.3	электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» (http://www.biblioclub.ru);			
6.3.3.4	электронно-библиотечная система «Издательство «Троицкий мост»» (http://www.trmost.com/tm-main);			
6.3.3.5	электронная библиотека изданий ФГБОУ «УМЦ ЖДТ» (http://library.miit.ru/fulltext.php);			
6.3.3.6	федеральный портал «Российское образование» (http://www.edu.ru);			
6.3.3.7	единое окно доступа к образовательным ресурсам (http://window.edu.ru)			
6.3.3.8	фонды учебно-методической документации в системе Moodle ИрГУПС (http://sdo.irkups.ru/moodle/)			
6.3.3.9	фонды учебно-методической документации на сайте кафедры «Математика» (http://www.irkups.ru/web-edu/~vm/)			
6.4 Правовые и нормативные документы				
6.4.1	Не предусмотрено			

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80.
2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых проектов, работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521.
3	Для проведения лабораторных работ компьютерный класс (15 посадочных мест) Г -307, Д - 505, Д-507 с установленным базовым и специализированным программным обеспечением
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507.

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Дисциплина "Численные методы и теория оптимизации" призвана познакомить студента с понятием численных методов и математических аспектов оптимизации: математического программирования, методов минимизации функций одной и нескольких переменных; формирование навыков решения типовых задач указанных областей; формирование навыков использования стандартных программных средств для решения типовых задач; формирование профессиональных компетенций, продемонстрировать сущность научного подхода, специфику моделирования и его роль в решении практических задач, научить приемам исследования и решения прикладных задач, выработать умение анализировать полученные результаты, привить навыки самостоятельного изучения литературы, ориентировать на применение математических методов в профессиональной деятельности, на применение математических методов к решению прикладных математических задач.</p> <p>Основной составной частью учебного процесса в изучении дисциплины «Численные методы и теория оптимизации» являются лекционные, практические и лабораторные занятия.</p> <p>Во время лекционных занятий студент должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, студенту необходимо конспектировать. В конспект рекомендуется выписывать определения, формулы и т.п. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, а также алгоритмы решения тех или иных классов задач рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы при изучении конспекта они выделялись и лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий и наиболее часто употребляемые формулы дисциплины. К каждой лекции следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. При этом необходимо воспроизводить на бумаге все рассуждения, как имеющиеся, так и пропущенные в силу их простоты. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов.</p>
Практические занятия	<p>Методические рекомендации по подготовке семинарских и практических занятий.</p> <p>Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются книги по теории чисел и алгебраической геометрии. Полезно использовать несколько учебников. Рекомендуется, кроме "заучивания" материала добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа или раздела выполнить</p>

	<p>несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, какие математические принципы используются в этом параграфе (разделе) и каков их смысл "своими словами"? Все изучаемые алгоритмы и методы следует не заучивать, а "понять". С этой целью рекомендуется записать идею алгоритма, составить план работы по алгоритму, сравнить используемые алгоритмы и теоремы в конспекте и учебнике. При изучении теоретического материала всегда нужно рисовать схемы и графики.</p> <p>Зная тему практического занятия, необходимо готовиться к нему заблаговременно.</p> <p>Используя цели, перечень знаний, умений, терминов и учебных вопросов в качестве ориентира, читайте учебный материал по теме в учебнике, конспекте лекции, руководстве к практическим занятиям, составляйте словарь терминов, отвечайте на контрольные вопросы, составляйте таблицы, кластеры и синквейны, готовьтесь дать развернутый ответ на учебные вопросы. Готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы. Для подготовки рекомендуем использовать материал раздела сайта "дистанционное обучение"</p> <p>Как работать на практическом занятии.</p> <p>Если вы готовились к практическому занятию, то имеете четкое представление о том, что и как будете делать на занятии. В начале занятия вы должны принимать активное участие в обсуждении теоретических учебных вопросов, отвечать на вопросы преподавателя, задавать ему вопросы по неясным вам фрагментам изучаемой темы. На практическом занятии вы: должны четко представлять себе: что и как должны делать, соблюдаете тишину, способствуете формированию рабочей атмосферы, продуктивной и творческой работе, внимательно слушаете преподавателя, своевременно консультируетесь у преподавателя по неясным вопросам, не мешаете работать другим студентам, аккуратно, реалистично и своевременно оформляете результаты своей работы в рабочей тетради, должны быть готовы ответить на вопросы преподавателя по содержанию и результатам выполняемой работы. На практическом занятии вы можете получить консультацию преподавателя по любому учебному вопросу любой темы. Придя домой, вы должны повторить пройденный на занятии материал и подготовиться к контролю полученных вами знаний и умений</p>
Лабораторные работы	<p>Выполнение лабораторной работы включает в себя 4 этапа: подготовка к работе по специальному руководству, собственно выполнение работы в компьютерном классе, самостоятельное выполнение дополнительных заданий, защита работы на следующем занятии.</p>
Самостоятельная работа	<p>Для эффективного освоения дисциплины «Численные методы и теория оптимизации» изучение материала курса предполагает самостоятельную внеаудиторную работу, которая включает в себя выполнение индивидуальных домашних заданий, подготовку к лабораторным и практическим занятиям, конспектирование. Для успешного выполнения домашних заданий следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделах основная и дополнительная литература. Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия или лектора по дисциплине.</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИР-ГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.</p>	

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации по дисциплине
Б1.О.12 Численные методы и теория оптимизации

Приложение № 1 к рабочей программе

Специальность – 10.05.03 Информационная безопасность автоматизированных систем
Специализация – № 5 "Безопасность открытых информационных систем"

ИРКУТСК

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией Университета, а так же сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины (модуля) или прохождения практики;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;
- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;
- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Численные методы и теория оптимизации» участвует в формировании компетенций:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий;

ОПК-3. Способен использовать необходимые математические методы для решения задач профессиональной деятельности

Программа контрольно-оценочных мероприятий

очная форма обучения

№	Неделя	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
3 семестр				

1	2	Текущий контроль	Тема: «Основы приближенных вычислений»	ОПК-3, УК-1	Задачи репродуктивного уровня (письменно)
2	2	Текущий контроль	Тема: «Основы приближенных вычислений»	ОПК-3, УК-1	Контрольная работа (письменно)
3	5	Текущий контроль	Тема: «Численные методы решения систем линейных уравнения»	ОПК-3, УК-1	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
4	6	Текущий контроль	Тема: «Численные методы решения нелинейных уравнений»	ОПК-3, УК-1	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
5	7	Текущий контроль	Тема: «Интерполяция функций»	ОПК-3, УК-1	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
6	8	Текущий контроль	Тема: «Аппроксимация функций»	ОПК-3, УК-1	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
7	9	Текущий контроль	Тема: «Численное дифференцирование функции»	ОПК-3, УК-1	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
8	10	Текущий контроль	Тема: «Численное интегрирование функции» /	ОПК-3, УК-1	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
9	11	Текущий контроль	Тема: «Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений»	ОПК-3, УК-1	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
10	13	Текущий контроль	Тема: «Методы минимизации функции одной переменной»	ОПК-3, УК-1	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
11	14	Текущий контроль	Тема: «Методы безусловной минимизации функции нескольких переменных»	ОПК-3, УК-1	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
12	15	Текущий контроль	Тема: «Решение задачи линейного программирования»	ОПК-3, УК-1	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
13	17	Текущий контроль	Тема: «Решение задачи выпуклого программирования»	ОПК-3, УК-1	Индивидуальные домашние задания реконструктивного уровня (письменно)
14	17	Промежуточная аттестация – зачет	Разделы: 1. Элементы теории погрешности. 2. Численные методы решения уравнений и систем. 3. Интерполяция и аппроксимации функций. 4. Численное дифференцирование и интегрирование функций. 5. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем. 6. Методы оптимизации функции одной переменной	ОПК-3, УК-1	Собеседование (устно)

			7. Методы оптимизации функции нескольких переменных		
--	--	--	---	--	--

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и/или двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций на различных этапах их формирования, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Контрольная работа (КР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу. Может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся	Комплекты контрольных заданий по темам дисциплины (не менее двух вариантов)
2	Разноуровневые задачи и задания	Различают задачи и задания: – репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; может быть использовано для оценки знаний и умений обучающихся; – реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся; – творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения; может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Комплект разноуровневых задач и заданий или комплекты задач и заданий определенного уровня
3	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

4	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Темы лабораторных работ и требования к их защите
5	Зачет (дифференцированный зачет)	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (билетов) к зачету

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика» при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»		Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»		Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Контрольная работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
------------------	---------------------

«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание контрольной работы. Показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Контрольная работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с небольшими неточностями. Показал хорошие знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении контрольной работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задание контрольной работы с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления контрольной работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	Обучающийся не полностью выполнил задания контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений

Задачи (задания) репродуктивного уровня

Пять заданий, за каждый правильный ответ один балл. Перевод в четырехбалльную систему происходит следующим образом:

Число набранных баллов	Оценка
5 баллов	«отлично»
4 балла	«хорошо»
3 балла	«удовлетворительно»
меньше трех баллов	«неудовлетворительно»

Задачи (задания) реконструктивного уровня

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Обучающийся полностью и правильно выполнил задания. Показал отличные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Работа оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями
«хорошо»	Обучающийся выполнил задания с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Есть недостатки в оформлении работы
«удовлетворительно»	Обучающийся выполнил задания с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала. Качество оформления работы имеет недостаточный уровень
«неудовлетворительно»	При выполнении заданий обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала

Защита лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами

«неудовлетворительно»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки
-----------------------	--

Оценочное средство «Тест».

Тестирование с применением компьютерных технологий проводится по окончании семестра и по окончании изучения дисциплины (контроль/проверка остаточных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности).

Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине. Структура фонда тестовых заданий по дисциплине, структуры тестов по итогам семестра и итогового теста по дисциплине и типовые примеры тестов приведены в разделе 3 данного документа.

Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации в форме зачета.

Промежуточная аттестация в форме зачета:

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся набрал при тестировании более 69 баллов	«зачтено»
Обучающийся набрал при тестировании менее 69 баллов	«не зачтено»

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для проведения контрольных работ

Ниже приведены образцы типовых вариантов контрольных работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины

Образец типового варианта контрольной работы
по теме «Основы приближенных вычислений»

Предел длительности контроля – 30 минут.

Предлагаемое количество заданий – 5 заданий.

- 1 Округлить число $\hat{a} = 1,1426$ до трех значащих цифр, подсчитать абсолютную и относительную погрешности.
- 2 Найти абсолютную погрешность приближенного числа $\hat{a} = 2,52$, вычисленного с относительной погрешностью $\delta_x = 0,7\%$
- 3 Определить количество верных значащих цифр в записи числа $\hat{a} = 38,285 \pm 0,034$.
4. Какое из равенств точнее $\frac{1}{3} \approx 0,333$ или $\frac{6}{25} \approx \frac{1}{4}$.
5. Пусть $A = \sqrt{2}$. Со сколькими верными значащими цифрами надо представить это число в приближенном виде, чтобы относительная погрешность его удовлетворяла неравенству $\delta_a \leq 0,1\%$.

3.2 Типовые контрольные задания репродуктивного уровня

Ниже приведены образцы типовых вариантов заданий репродуктивного уровня, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Образец типового варианта заданий репродуктивного уровня
по теме «Основы приближенных вычислений»

Предел длительности контроля – ____ минут.

Предлагаемое количество заданий – ____ заданий.

Задание 1. Округлить до 7, 6, 5, ... до целых число

1 24,5689034550

2. 160, 39857619

3 0,004789502

Задание 2. Определить число верных значащих цифр

1. $a_1 = 0,00478$, $\Delta = 0,006$;

2. $a_2 = 76,980654$, $\Delta = 0,00004$;

3. $a_3 = 999,876354$, $\Delta = 0,00076$.

3.3 Типовые контрольные задания реконструктивного уровня

Варианты заданий (30 вариантов по каждой теме) выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведены образцы типовых вариантов заданий реконструктивного уровня, предусмотренных рабочей программой.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного
уровня
по теме «Численные методы решения систем линейных уравнений»

Для следующей системы провести 2 шага

а) метода простой итерации;

б) метода Зейделя.

Оценить погрешность полученных приближений (на каждой итерации методов).

$$\begin{cases} 6x_1 + x_2 - 2x_3 = 1 \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = 2 \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 3 \end{cases}, x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного
уровня
по теме «Численные методы решения нелинейных уравнений»

Найти все действительные корни уравнения $x^3 - 3x + 5 = 0$ с точностью $\varepsilon = 10^{-4}$ комбинированным методом и методом итерации. Сравнить число шагов, необходимое для достижения одинаковой точности этими методами. Вычисления вести с одним запасным знаком.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня по теме «Интерполяция функций»

Построить интерполяционный полином Лагранжа и интерполяционный полином Ньютона для функции $y = y(x)$, заданной таблично

x	0	1	2	3
y	2.083	3.102	4.529	7.822

Найти приближенные значения функции в точке $\bar{x} = 1,5$.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня по теме «Аппроксимация функций»

Для функции, заданной таблично

x	0	2	4	6	8	10	12	14
y	0,01	-0,53	-1,18	-2,00	-3,08	-4,55	-8,87	-10,00

подобрать эмпирическую формулу $y = f(x, a, b)$ с двумя параметрами a и b .

Определить параметры по методу наименьших квадратов. Оценить погрешность полученной формулы.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня по теме «Численное дифференцирование функции»

Построить интерполяционный полином Лагранжа и интерполяционный полином Ньютона для функции $y = y(x)$, заданной таблично

x	0	1	2	3
y	2.083	3.102	4.529	7.822

Найти приближенные значения функции в точке $\bar{x} = 1,5$.

1. Найти первую центральную разностную производную в заданной точке;
2. По найденному интерполяционному многочлену найти первую производную исходной функции в указанной точке;
3. Найти вторые производные (по разностной формуле и по интерполяционному многочлену);
4. Найти абсолютную и относительную погрешности произведенных вычислений, приняв за точное, значение производной по интерполяционному многочлену.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня по теме «Численное интегрирование функции»

Вычислить приближенно $\int_0^{\pi} \cos^2 x dx$ с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$, воспользовавшись той из

формул приближенного интегрирования, которая потребует меньшего объема вычислений. Вычислить определенный интеграл точно и сравнить с приближенным его значением.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня по теме «Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений»

1. Численно решить дифференциальное уравнение $y' = \frac{y(y-1)}{x}$, $y(1) = 0,5$ на отрезке $[1; 2]$ с шагом $h = 0,2$ методом Эйлера, модифицированным методом Эйлера и методом Рунге-Кутты. Найти точное решение $y = y(x)$ и сравнить значения точного и приближенных решений в точке $x = 2$. Найти абсолютную и относительную погрешности в этой точке для каждого метода. Вычисления вести с четырьмя десятичными знаками.

2. Методом Рунге-Кутты проинтегрировать дифференциальное уравнение $y'' = -2y + x^2 + 2$, $y(0) = 1$, $y'(0) = 3$ на отрезке $[0; 0,3]$ с шагом $h = 0,1$. Найти аналитическое решение $y = y(x)$ заданного уравнения и сравнить значения точного и приближенного решений в точках $x_1 = 0,1$, $x_2 = 0,2$, $x_3 = 0,3$. Все вычисления вести с шестью десятичными знаками.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня по теме «Методы минимизации функции одной переменной»

1. Убедившись в унимодальности функции $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$ на отрезке $[0; \frac{\pi}{4}]$, найти

- а) методом оптимального пассивного поиска
- б) методом деления отрезка пополам
- в) методом золотого сечения

точку минимума x_* функции $f(x)$ на этом отрезке с точностью $\varepsilon = 0,05$. Вычисления вести с одним запасным знаком.

2. Методом ломаных найти минимум $f(x_*)$ функции $f(x) = x^5 - 3x^2 + 1$ на отрезке $[0,1; 1]$ с точностью $\varepsilon = 0,01$ и точку минимума x_* .

3. Убедившись в выпуклости функции $f(x) = x^2 - \sin x$ на отрезке $[0; \frac{\pi}{2}]$, найти ее точку минимума x_* на этом отрезке и минимальное значение $f(x_*)$ методом касательных, используя в качестве условия достижения требуемой точности неравенство $|f'(x_k)| \leq 0,01$.

4. Убедившись в выпуклости функции $f(x) = 4x^2 + x - 4 + \sin^2 x$ на всей числовой оси, минимизировать ее методом Ньютона. Критерием достижения требуемой точности считать выполнение неравенства $|f'(x_k)| \leq 10^{-4}$.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня по теме «Методы безусловной минимизации функции нескольких переменных»

1. Минимизировать функцию $f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^3 + x_1 x_2 - x_1$ методом циклического по- координатного спуска, завершив вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 10^{-3}$, $i = 1, 2$.

2. Минимизировать квадратичную функцию $f(x_1, x_2) = 3x_1^2 - 3x_1 x_2 + 4x_2^2 - 2x_1 + x_2$ ме- тодом наискорейшего спуска, заканчивая вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,01$, $i = \overline{1, n}$.

3. Минимизировать функцию $f(x_1, x_2) = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + 1} + \frac{1}{2}x_1 - \frac{1}{2}x_2$ методом сопряжен- ных направлений, заканчивая вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,001$, $i = \overline{1, n}$.

4. Выбрав произвольное начальное приближение, минимизировать функцию $f(x_1, x_2, x_3) = 4x_1^2 + 3x_2^2 + 8x_3^2 + 2x_1 x_3 - x_2 x_3 + x_1 - 2x_2 + 4x_3$ модифицированным методом Нью- тона.

5. Дана задача выпуклого программирования

$$\begin{cases} 4x_1 - x_2 \geq 6, \\ 9x_1 + 8x_2 \leq 157, & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \\ -3x_1 + 11x_2 \geq 16, \end{cases}$$

$$f(x_1, x_2) = x_1 + (x_2 - 11)^2 \rightarrow \min(\max).$$

Найти решение задачи графическим методом. Написать функцию Лагранжа данной задачи и найти ее седловую точку, используя решение, найденное графически.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня по теме «Решение задачи линейного программирования»

1. Дана общая задача линейного программирования:

$$\begin{cases} 2x_1 + 9x_2 \geq 18 \\ -2x_1 + 4x_2 \geq 3; & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0; & L(x) = 5x_1 + x_2 \\ 9x_1 + 3x_2 \leq 27 \end{cases}$$

а) Построить на плоскости область допустимых решений задачи и геометрически найти максимум и минимум линейной функции цели $L(x)$.

б) Записать задачу линейного программирования в каноническом и стандартном виде.

с) Составить М-задачу для максимума и минимума функции цели $L(x)$ и решить ее.

д) Составить двойственные задачи линейного программирования к задачам на мак- симум и минимум целевой функции.

2. Предприятию нужно перевезти со склада по железной дороге изделия трех видов $\dot{E}_1, \dot{E}_2, \dot{E}_3$; $\dot{d} = (428, 672, 672)$ – запасы изделий $\dot{E}_1, \dot{E}_2, \dot{E}_3$. Для перевозки изделий подразделение железной дороги может выделить специально оборудованные вагоны двух типов \dot{A} и \hat{A} . Для полной загрузки вагонов следует помещать в него изделия всех трех типов. Известно: $\dot{a} = (2, 3, 2)$ – загрузка вагона типа \dot{A} изделиями $\dot{E}_1, \dot{E}_2, \dot{E}_3$; $b = (3, 6, 8)$ – загрузка вагона типа \hat{A} изделиями $\dot{E}_1, \dot{E}_2, \dot{E}_3$; Экономия от перевозки груза в вагонах типов \dot{A} и \hat{A} соответственно равна $\alpha = 3$ и $\beta = 8$ условных единиц. Сколько вагонов каждого типа следует выделить, чтобы экономия от перевозки груза была наибольшей? Решить задачу геометрически и Симплекс – методом.

Образец типового варианта индивидуального домашнего задания реконструктивного уровня по теме «Решение задачи выпуклого программирования»

Дана задача выпуклого программирования
$$\begin{cases} 4x_1 - x_2 \geq 6, \\ 9x_1 + 8x_2 \leq 157, & x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, \\ -3x_1 + 11x_2 \geq 16, \end{cases}$$

$f(x_1, x_2) = x_1 + (x_2 - 11)^2 \rightarrow \min(\max)$.

1. Найти решение задачи графическим методом.
2. Написать функцию Лагранжа данной задачи и найти ее седловую точку, используя решение, найденное графически.

3.4 Лабораторные работы

Лабораторная работа № 1 «Итерационные методы решения СЛАУ»,
Решить СЛАУ методом простой итерации и методом Зейделя, оценить погрешность.

Лабораторная работа № 2 «Численные методы решения нелинейных уравнений»
Решить нелинейное уравнение методом итерация, методом Ньютона, оценить погрешность.

Лабораторная работа № 3 «Аппроксимация функции»
Подобрать аппроксимирующую функцию, построить несколько нелинейных функций методом наименьших квадратов, оценить погрешность.

Лабораторная работа № 4 «Численное интегрирование»
Вычислить определенный интеграл различными методами, оценить погрешность, сделать выводы, сравнить методы между собой.

Лабораторная работа № 5 «Численное решение ОДУ»
Решить задачу Коши и краевую задачу для обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядков, сравнить методы решения задач, оценить погрешность.

Лабораторная работа № 6 «Методы минимизации функции одной переменной»
Вычислить минимум функции одной переменной различными методами, оценить погрешность..

Лабораторная работа № 7 «Методы безусловной минимизации функции многих переменных»

Вычислить минимум функции многих переменных различными методами/, оценить погрешность.

Лабораторная работа № _ «Методы условной минимизации функции многих переменных»

Решить задачу выпуклого программирования, оценить погрешность.

3.5 Перечень теоретических вопросов к зачету

1. Основные понятия численных методов (определение, сходимость, устойчивость, обусловленность задачи)
2. Основные понятия приближенных вычислений (абсолютная и относительная погрешность, верные и сомнительные значащие цифры, правила округления)
3. Основные понятия линейной алгебры (СЛАУ, собственные значения и векторы, нормы матрицы и вектора)
4. Итерационные методы решения СЛАУ (метод итераций, метод Зейделя)
5. Методы решения нелинейных уравнений (метод половинного деления, метод хорд, касательных (Ньютона), метод итераций)
6. Интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Погрешность
7. Интерполяционный многочлен Ньютона (2 формы)
8. Сплайн-интерполирование
9. Аппроксимация. Метод наименьших квадратов
10. Численное дифференцирование, погрешность
11. Численное интегрирование: формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Сравнение формул
12. Квадратурная формула Гаусса
13. Численное решение задачи Коши (метод Эйлера, модифицированный метод Эйлера, метод Рунге-Кутты)
14. Решение линейной краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка
15. Унимодальные функции, условия унимодальности;
16. Методы одномерной минимизации функции (метод оптимального пассивного поиска; метод деления отрезка пополам; метод золотого сечения; метод ломаных);
17. Выпуклые функции, условия выпуклости;
18. Методы одномерной минимизации функции с использованием производных (метод касательных; метод Ньютона)
19. Многомерная безусловная оптимизация, основные определения; Выпуклые множества и выпуклые функции
20. Методы минимизации функции нескольких переменных Понятие о методах спуска, правило одномерной минимизации;
21. Метод покоординатного спуска; метод градиентного спуска с постоянным шагом; метод наискорейшего градиентного спуска; метод сопряженных направлений;
22. Преимущества и недостатки градиентных методов;
23. Метод Ньютона минимизации функции многих переменных;
24. Условная многомерная оптимизация, классификация;
25. Основная задача линейного программирования; виды задач ЛП;
26. Геометрическая интерпретация основной задачи линейного программирования;
27. Симплекс-метод решения задач ЛП;

28. Основная задача выпуклого программирования, условие регулярности, функция Лагранжа.
29. Седловая точка, теорема Куна-Такера, задача с линейными ограничениями.
30. Задачи динамического программирования, решение задачи распределения ресурсов.

3.6 Перечень типовых простых практических заданий к зачету

1. Построить интерполяционный полином Лагранжа или интерполяционный полином Ньютона для функции $y = y(x)$, заданной таблично

x	0	1	2	3
y	2.083	3.102	4.529	7.822

2. Для функции, заданной таблично

x	1	2	3	4	5	6	7	8
y	2,3	7,5	14,9	24,2	35,5	48,3	62,9	78,8

построить линейную эмпирическую функцию $y = f(x, a, b)$ с двумя параметрами a и b . Определить параметры по методу наименьших квадратов. Оценить погрешность полученной формулы.

3. Вычислить приближенно $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$, методом прямоугольников.

Вычислить определенный интеграл точно и сравнить с приближенным его значением.

4. Численно решить дифференциальное уравнение $y' = \frac{y}{2x} + x^3$, $y(1) = 1$

на отрезке $[1;2]$ с шагом $h = 0,2$ методом Эйлера. Найти точное решение $y = y(x)$ и сравнить значения точного и приближенных решений в точке $x = 2$. Найти абсолютную и относительную погрешности в этой точке. Вычисления вести с четырьмя десятичными знаками.

5. Составить разностное уравнение для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка $y'' + 2y' + 10y = 2e^x \cos 3x$ на отрезке $\left[0; \frac{\pi}{2}\right]$ при заданных краевых условиях $y(0) = 0$, $y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$ и шаге интегрирования $h = \frac{\pi}{10}$ методом конечных разностей.

6. Убедиться в унимодальности функции $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$ на отрезке $[1;1,5]$.

7. Методом оптимального пассивного поиска точку минимума x_* функции $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$ на отрезке $[1;1,5]$ с точностью $\varepsilon = 0,05$. Вычисления вести с одним запасным знаком.

8. Найти методом деления отрезка пополам точку минимума x_* функции $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$ на отрезке $[1;1,5]$ с точностью $\varepsilon = 0,05$. Вычисления вести с одним запасным знаком.

9. Убедиться в выпуклости функции $f(x) = x - \ln x$ на отрезке $[0,1;2]$.

10. Найти точку минимума x_* функции $f(x) = x - \ln x$ на отрезке $[0,1;2]$ и минимальное

значение $f(x_*)$ методом касательных, используя в качестве условия достижения требуемой точности неравенство $|f'(x_k)| \leq 0,1$.

11. Построить множество $X = \{(x_1, x_2, x_3) : x_1 \geq 3x_3^2\}$ и установить, является ли оно выпуклым.
12. Найти градиент $f'(x)$ функции $f(x_1, x_2, x_3) = x_1^2 + 5x_2^2 + 2x_3^2 + \cos(x_1 - x_2 + x_3)$ и выяснить, является ли функция $f(x)$ выпуклой во всем пространстве E^n .
13. Минимизировать функцию $f(x_1, x_2) = x_1^2 + 12x_2^2 - 2x_1 + 36x_2 - 2$ методом циклического покоординатного спуска, завершив вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 10^{-2}, \quad i = 1, 2.$
14. Минимизировать квадратичную функцию $f(x_1, x_2) = 7x_1^2 + 2x_1x_2 + 5x_2^2 + x_1 - 10x_2$ методом наискорейшего спуска, заканчивая вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,1, \quad i = \overline{1, n}.$

1.

$$\begin{cases} 5x_1 + 2x_2 + x_3 = -1, \\ x_1 + 6x_2 + x_3 = 2, \\ x_1 + 2x_2 - 4x_3 = 2, \end{cases} \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Используя метод простой итерации, найти приближённое решение системы с точностью $\varepsilon = 1$.

Ответ:

$$\tilde{x} = \begin{pmatrix} -\frac{17}{60} \\ \frac{2}{5} \\ -\frac{1}{3} \end{pmatrix}$$

2.

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ 2x_1 + 4x_2 + x_3 = 1, \\ x_1 - x_2 + 5x_3 = 1, \end{cases} \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Используя метод простой итерации, найти приближённое решение системы с точностью $\varepsilon = 1$.

Ответ:

$$\tilde{x} = \begin{pmatrix} \frac{4}{15} \\ \frac{1}{30} \\ \frac{2}{15} \end{pmatrix}$$

3.

$$\begin{cases} 5x_1 + x_2 + x_3 = 1, \\ x_1 - 2x_2 = 1, \\ x_1 + 2x_2 - 4x_3 = 2, \end{cases} \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Ответ:

$$\tilde{x} = \begin{pmatrix} \frac{1}{4} \\ -\frac{3}{10} \\ -\frac{2}{5} \end{pmatrix}$$

4. Для уравнения $f(x) = 0$ с помощью метода Ньютона найти приближённое значение положительного корня с точностью $\varepsilon = 0.2$.

$$f(x) = 3x^2 + 4x - 4$$

Ответ:

$$\tilde{x} = \frac{7}{10}$$

5. Для уравнения $f(x) = 0$ методом Ньютона найти приближённое значение положительного корня с точностью $\varepsilon = 0.5$.

$$f(x) = -2x^2 + 3x + 5$$

1

3.7 Перечень типовых практических заданий к зачету

1. Для следующих систем провести 1 шаг

а) метода простой итерации;

б) метода Зейделя.

Оценить погрешность полученных приближений

$$\begin{cases} 6x_1 + x_2 - 2x_3 = 1 \\ x_1 + 5x_2 + x_3 = 2 \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 3 \end{cases}, \quad x^0 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix}$$

1. Построить интерполяционный полином Лагранжа и интерполяционный полином Ньютона для функции $y = y(x)$, заданной таблично. Найти значение функции в точке $x = 1,5$.

x	0	1	2	3
y	2.083	3.102	4.529	7.822

2. Для функции, заданной таблично

x	1	2	3	4	5	6	7	8
y	2,3	7,5	14,9	24,2	35,5	48,3	62,9	78,8

подобрать эмпирическую формулу $y = f(x, a, b)$ с двумя параметрами a и b . Определить параметры по методу наименьших квадратов. Оценить погрешность полученной формулы.

3. Вычислить приближенно $\int_0^1 \frac{dx}{1+x^2}$ с точностью $\varepsilon = 10^{-3}$ одним из известных методов. Вычислить определенный интеграл точно и сравнить с приближенным его значением.

4. Численно решить дифференциальное уравнение $y' = \frac{y}{2x} + x^3$, $y(1) = 1$

на отрезке $[1; 2]$ с шагом $h = 0,2$ модифицированным методом Эйлера или методом Рунге-Кутты. Найти точное решение $y = y(x)$ и сравнить значения точного и приближенных решений в точке $x = 2$. Найти абсолютную и относительную погрешности в этой точке. Вычисления вести с четырьмя десятичными знаками.

5. Методом Рунге-Кутты проинтегрировать дифференциальное уравнение $y'' = 2y' - y + e^x$, $y(0) = y'(0) = 1$ на отрезке $[0; 0,3]$ с шагом $h = 0,1$. Найти аналитическое решение $y = y(x)$ заданного уравнения и сравнить значения точного и приближенного решений в точках $x_1 = 0,1$, $x_2 = 0,2$, $x_3 = 0,3$. Все вычисления вести с шестью десятичными знаками.

6. Решить краевую задачу для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка $y'' + 2y' + 10y = 2e^x \cos 3x$ на отрезке $\left[0; \frac{\pi}{2}\right]$ при заданных краевых условиях $y(0) = 0$, $y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$ и шаге интегрирования $h = \frac{\pi}{10}$ методом конечных разностей.

7. Убедиться в унимодальности функции $f(x) = x^2 - 2x + e^{-x}$ на отрезке $[1; 1,5]$. Методом золотого сечения найти точку минимума x_* функции $f(x)$ на этом отрезке с точностью $\varepsilon = 0,05$. Вычисления вести с одним запасным знаком.

8. Методом ломаных и методом касательных найти минимум $f(x_*)$ функции $f(x) = x^4 - x^3 + x - 1$ на отрезке $[0,2; 2]$ с точностью $\varepsilon = 0,01$ и точку минимума x_* . Сравнить полученные результаты.

9. Убедиться в выпуклости функции $f(x) = x^4 + x + 3 + e^{-2x}$ на всей числовой оси. Методом Ньютона найти ее минимум. Критерием достижения требуемой точности считать выполнение неравенства $|f'(x_k)| \leq 10^{-4}$.

10. Минимизировать квадратичную функцию $f(x_1, x_2) = 7x_1^2 + 2x_1x_2 + 5x_2^2 + x_1 - 10x_2$

методом наискорейшего спуска и методом циклического покоординатного спуска, заканчивая вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,01, \quad i = \overline{1, n}$. Сделать выводы.

11. Минимизировать функцию $f(x_1, x_2) = x_1^2 + 2x_2^2 + e^{x_1^2 + x_2^2} - x_1 + 2x_2$ методом сопряженных направлений и методом наискорейшего спуска, заканчивая вычисления при выполнении условий $\left| \frac{\partial f(x^{(k)})}{\partial x_i} \right| \leq 0,001, \quad i = \overline{1, n}$. Сделать выводы.

12. Выбрав произвольное начальное приближение, минимизировать функцию $f(x_1, x_2, x_3) = 3x_1^2 + 5x_2^2 + 2x_3^2 + 2x_1x_2 - x_1x_3 - 2x_1 + x_3$ модифицированным методом Ньютона и методом сопряженных направлений. Сделать выводы.

3. 8 Тестирование по дисциплине

3.8.1 Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине «Численные методы и теория оптимизации»

Раздел дисциплины	Тема раздела	Объекты темы	Количество тестовых заданий (ТЗ), типы ТЗ	
1. Элементы теории погрешности, теоретические основы численных методов (ЧМ)	1.1. Теоретические основы ЧМ	1.1.1. Классификация ЧМ	2– тип А 2– тип В 2– тип С 1– тип Д	
		1.1.2 Основные понятия ЧМ	2– тип А 2– тип В 2– тип С 1– тип Д	
		1.1.3 Основные источники погрешностей	2– тип А 2– тип В 2– тип С 1– тип Д	
	1.2. Элементы теории погрешностей	1.2.1. Теоретические вопросы	3– тип А 3– тип В 3– тип С 1– тип Д	
		1.2.2. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа	3– тип А 3– тип В 3– тип С 1– тип Д	
		1.2.3. Запись приближенных чисел. Округление	3– тип А 3– тип В	
		1.2.4. Правила приближенных вычислений	3– тип А 1– тип В	
	Итого по разделу			Σ 51 18– тип А 16– тип В 12– тип С 5– тип Д
	2. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	2.1 Итерационные методы решения СЛАУ с квадратными матрицами	2.2.1 Теоретические вопросы	1 тип А 2– тип В 2– тип С 1– тип Д
			2.2.2. Условия сходимости, оценка погрешности	3– тип А 3– тип В 2– тип С 1– Тип Д

		2.2.2 Метод простой итерации	3– тип А 3– тип В
		2.2.3 Метод Зейделя	3– тип А 3– тип В
		2.2.4 Сравнение методов	2– тип С 2– тип Д
Итого по разделу			Σ 88 22– тип А 24– тип В 22– тип С 20– тип Д
4. Численные методы решения нелинейных уравнений	4.1. Численное решение нелинейных уравнений	4.1.1. Теоретические вопросы	2– тип А 1– тип В 1– тип С
		4.1.2. Постановка задачи. Отделение корней	3– тип А 3– тип В 3– тип С 1– тип Д
		4.1.3. Метод деления отрезка пополам	5– тип А 2– тип В 1– тип С 1– тип Д
		4.1.4. Метод касательных (метод Ньютона)	2– тип А 2– тип В
		4.1.5. Метод итерации	2– тип А 2– тип В
		4.1.6. Сравнение методов	2– тип С 2– тип Д
Итого по разделу			Σ 36 14– тип А 10– тип В 7– тип С 4– тип Д
2. Интерполяция и аппроксимации функций	2.1. Интерполяция	2.1.1. Теоретические вопросы	3– тип А 2– тип В 2– тип С
		2.1.2. Интерполяционный многочлен Лагранжа	4– тип А 3– тип В 3– тип С
		2.1.3. Интерполяционные многочлены Ньютона	4– тип А 3– тип В 3– тип С
		2.1.4 Сплайн-интерполяция	3– тип А 2– тип В 2– тип С
	2.2. Аппроксимация функций	2.2.1. Теоретические вопросы	4– тип А 4– тип В 6– тип С 2– тип Д
		2.2.2. Метод наименьших квадратов	4– тип А 3– тип В 3– тип С 2– тип Д
		2.2.3. Виды аппроксимирующих функций	4– тип А 3– тип В 2– тип С
Итого по разделу			Σ 72 26– тип А 20– тип В 22– тип С 4– тип Д

3. Численное дифференцирование и интегрирование функций	3.1. Численное дифференцирование	3.1.1. Теоретические вопросы	2– тип А 2– тип В 2– тип С 2– тип Д	
		3.1.2. Односторонние разностные производные первого порядка	3– тип А 3– тип В	
		3.1.3. Двусторонние разностные производные первого порядка	3– тип А 3– тип В	
		3.1.4. Разностные производные второго порядка	3– тип А 3– тип В	
	3.2. Численное интегрирование	3.2.1. Теоретические вопросы	2– тип А 2– тип В 2– тип С 2– тип Д	
		3.2.2. Метод прямоугольников	3– тип А 3– тип В	
		3.2.3. Метод трапеций	3– тип А 3– тип В	
		3.2.4. Метод парабол (метод Симпсона)	3– тип А 3– тип В	
		3.2.5. Квадратурная формула Гаусса	3– тип А 3– тип В	
	Итого по разделу			$\Sigma 58$ 25– тип А 25– тип В 4– тип С 4– тип Д
4. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем	4.1. Численные методы решения задачи Коши	4.1.1. Теоретические вопросы	3– тип А 3– тип В 3– тип С 3– тип Д	
		4.1.2. Методы Эйлера	4– тип А 4– тип В	
		4.1.3. Метод Рунге-Кутты	4– тип А 4– тип В	
	4.2 Численные методы решения краевых задач	4.2.1. Метод конечных разностей	4– тип А 3– тип В 2– тип С	
	Итого по разделу			$\Sigma 37$ 15– тип А 14– тип В 5– тип С 3– тип Д
1. Методы оптимизации функции одной переменной (ФОП)	1.1. Основные понятия теории оптимизации ФОП		5 – тип А 5 – тип В 2 – тип С 1 – тип Д	
	1.2 Классический метод для ФОП		3– тип А 3 – тип В 1 – тип С 1 – тип Д	
	1.3 Численные методы оптимизации ФОП нулевого порядка	1.3.1 метод оптимального пассивного поиска		3 – тип А 3 – тип В 1 – тип С 1 – тип Д
		1.3.2 методы дихотомии (метод половинного деления, метод золотого сечения)		5 – тип А 5 – тип В 2 – тип С 2 – тип Д
		1.3.3 метод ломаных		3 – тип А 3 – тип В 1 – тип С

			1 – тип Д
	1.4. Численные методы оптимизации ФОП первого порядка	1.4.1 метод касательных	3 – тип А 3 – тип В 1 – тип С 1 – тип Д
		1.4.2 метод Ньютона	3 – тип А 3 – тип В 1 – тип С 1 – тип Д
	1.5 Сравнение методов		2 – тип А 2 – тип В 5 – тип С 7 – тип Д
Итого по разделу			∑ 83 27 - тип А 27 – тип В 14 – тип С 15– тип Д
2. Методы оптимизации функции многих переменных (ФМП)	2.1. Основные понятия теории оптимизации ФМП		5 – тип А 5 – тип В 1 – тип С 1 – тип Д
	2.2. Выпуклые множества, выпуклые функции, свойства		3 – тип А 3 – тип В 3 – тип С
	2.3 Классический метод для ФМП		3 – тип А 3 – тип В 1 – тип С 1 – тип Д
	2.4 Основные понятия методов спуска		5 – тип А 3 – тип В 1 – тип С 1 – тип Д
	2.5 Численные методы оптимизации ФМП нулевого порядка	2.5.1 метод покоординатного спуска	3 – тип А 3 – тип В
	2.6 Численные методы оптимизации ФМП первого порядка	2.6.1 градиентный метод с постоянным шагом	3 – тип А 2 – тип В 2 – тип С 1 – тип Д
		2.6.2 метод градиентного наискорейшего спуска	3 – тип А 2 – тип В 2 – тип С 1 – тип Д
		2.6.3 метод сопряженных градиентов	3 – тип А 2 – тип В 1 – тип С 1 – тип Д
		2.6.4 основные проблемы градиентных методов	3 – тип А 2 – тип В
		2.6.5 Сравнение методов	3 – тип А 3 – тип В 3 – тип С 1 – тип Д
	2.7 Численные методы оптимизации ФМП второго порядка	2.7.1 метод Ньютона	3 – тип А 3 – тип В 1 – тип С 1 – тип Д
		2.7.2 модифицированный метод Ньютона	3 – тип А 3 – тип В 1 – тип С 1 – тип Д

		2.7.3 Сравнение методов	2 – тип А 2 – тип В 4 – тип С 1 – тип Д
Итого по разделу			Σ 108 42 – тип А 36 – тип В 20 – тип С 10 – тип Д
3 Методы условной оптимизации ФМП	3.1 основные понятия условной оптимизации, классический метод		5 – тип А 5 – тип В 1 – тип С
	3.2 Линейное программирование	3.2.1 Основные понятия и определения	11 – тип А 4 – тип В
		3.2.2 Структура допустимого множества в задаче линейного программирования	3 – тип А 2 – тип В 10 – тип С
		3.2.3 Задачи линейного программирования в разных формах	16 – тип А 4 – тип С
		3.2.4 Методы решения задач ЛП: геометрический метод	19 – тип А 1 – тип Д
	3.2 задачи выпуклого программирования (ЗВП)	3.2.5 Методы решения задач ЛП: симплекс-метод	6 – тип А 3 – тип В 1 – тип Д
		3.2.1 Основные понятия, постановка задач	3 – тип А 3 – тип В 1 – тип С 1 – тип Д
			3.2.2 Графический метод решения ЗВП
		3.2.3 Метод множителей Лагранжа	5 – тип А 3 – тип В 2 – тип С 1 – тип Д
	3.2.4 Седловая точка, теорема Куна-Таккера	3 – тип А 3 – тип В 1 – тип С 1 – тип Д	
Итого по разделу			Σ 50 76 – тип А 26 – тип В 22 – тип С 6 – тип Д
Итого по дисциплине			Σ 664 265 – тип А 200 – тип В 128 – тип С 71 – тип Д

Используемые типы тестовых заданий (ТЗ):

ТЗ типа А: тестовое задание закрытой формы (ТЗ с выбором одного или нескольких правильных ответов);

ТЗ типа В: тестовое задание открытой формы (с конструируемым ответом: ТЗ с кратким регламентированным ответом (ТЗ дополнения); ТЗ свободного изложения (с развернутым ответом в произвольной форме));

ТЗ типа С: тестовое задание на установление соответствия;

ТЗ типа Д: тестовое задание на установление правильной последовательности.

3.8.2 Структура и образец типового итогового теста по дисциплине

Структура типового итогового теста по дисциплине за весь период её освоения

Раздел дисциплины	Тема раздела	Объекты темы	Количество тестовых заданий (ТЗ), типы ТЗ
1. Элементы теории погрешности, теоретические основы численных методов (ЧМ)	1.1. Теоретические основы ЧМ	1.1.1. Классификация ЧМ	
		1.1.2 Основные понятия ЧМ	1 – тип В
		1.1.3 Основные источники погрешностей	1 – тип А
	1.2. Элементы теории погрешностей	1.2.1. Теоретические вопросы	1 – тип А
		1.2.2. Абсолютная и относительная погрешности приближенного числа	1 – тип А
		1.2.3. Запись приближенных чисел. Округление	1 – тип В
		1.2.4. Правила приближенных вычислений	
Итого по разделу			$\Sigma 5$ 3 – тип А 2 – тип В
2. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений	2.1 Итерационные методы решения СЛАУ с квадратными матрицами	2.2.1 Теоретические вопросы	1 – тип А
		2.2.2. Условия сходимости, оценка погрешности	
		2.2.2 Метод простой итерации	
		2.2.3 Метод Зейделя	1 – тип А
		2.2.4 Сравнение методов	
Итого по разделу			$\Sigma 2$ 2 – тип А
4. Численные методы решения нелинейных уравнений	4.1. Численное решение нелинейных уравнений	4.1.1. Теоретические вопросы	
		4.1.2. Постановка задачи. Отделение корней	1 – тип А
		4.1.3. Метод деления отрезка пополам	
		4.1.4. Метод касательных (метод Ньютона)	1 – тип А
		4.1.5. Метод итерации	1 – тип А
		4.1.6. Сравнение методов	1 – тип Д
Итого по разделу			$\Sigma 4$ 3 – тип А 1 – тип Д
2. Интерполяция и аппроксимации функций	2.1. Интерполяция	2.1.1. Теоретические вопросы	1 – тип В
		2.1.2. Интерполяционный многочлен Лагранжа	1 – тип А
		2.1.3. Интерполяционные многочлены Ньютона	1 – тип В
		2.1.4 Сплайн-интерполяция	
	2.2. Аппроксимация функций	2.2.1. Теоретические вопросы	1 – тип В
		2.2.2. Метод наименьших квадратов	
		2.2.3. Виды аппроксимирующих функций	1 – тип С
Итого по разделу			$\Sigma 5$ 1 – тип А

			3– тип В 1– тип С	
3. Численное дифференцирование и интегрирование функций	3.1. Численное дифференцирование	3.1.1. Теоретические вопросы		
		3.1.2. Односторонние разностные производные первого порядка		
		3.1.3. Двусторонние разностные производные первого порядка		
		3.1.4. Разностные производные второго порядка		
	3.2. Численное интегрирование	3.2.1. Теоретические вопросы	1– тип А 1– тип С	
		3.2.2. Метод прямоугольников		
		3.2.3. Метод трапеций		
3.2.4. Метод парабол (метод Симпсона)				
3.2.5. Квадратурная формула Гаусса				
Итого по разделу			$\Sigma 2$ 1– тип А 1– тип С	
4. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем	4.1. Численные методы решения задачи Коши	4.1.1. Теоретические вопросы	1– тип А	
		4.1.2. Методы Эйлера	1– тип А	
		4.1.3. Метод Рунге-Кутты	1– тип А	
	4.2 Численные методы решения краевых задач	4.2.1. Метод конечных разностей	1– тип С	
Итого по разделу			$\Sigma 4$ 3– тип А 1– тип С	
1. Методы оптимизации функции одной переменной (ФОП)	1.1. Основные понятия теории оптимизации ФОП		1 – тип В	
	1.3 Классический метод для ФОП		1– тип А	
	1.3 Численные методы оптимизации ФОП нулевого порядка	1.3.1 метод оптимального пассивного поиска		1 – тип С
		1.3.2 методы дихотомии (метод половинного деления, метод золотого сечения)		
		1.3.3 метод ломаных		
	1.4. Численные методы оптимизации ФОП первого порядка	1.4.1 метод касательных		1 – тип Д
1.4.2 метод Ньютона			1 – тип А	
1.5 Сравнение методов			1 – тип С	
Итого по разделу			$\Sigma 6$ 2 - тип А 1 – тип В 2 – тип С 1– тип Д	
2. Методы оптимизации функции многих переменных (ФМП)	2.1. Основные понятия теории оптимизации ФМП			
	2.2. Выпуклые множества, выпуклые функции, свойства		1 – тип С	
	2.3 Классический метод для ФМП		1 – тип А	
	2.4 Основные понятия методов спуска			

	2.5 Численные методы оптимизации ФМП нулевого порядка	2.5.1 метод покоординатного спуска	
	2.6 Численные методы оптимизации ФМП первого порядка	2.6.1 градиентный метод с постоянным шагом	
		2.6.2 метод градиентного наискорейшего спуска	1 – тип А
		2.6.3 метод сопряженных градиентов	
		2.6.4 основные проблемы градиентных методов	
		2.6.5 Сравнение методов	1 – тип С
	2.7 Численные методы оптимизации ФМП второго порядка	2.7.1 метод Ньютона	
		2.7.2 модифицированный метод Ньютона	1 – тип А
		2.7.3 Сравнение методов	1 – тип С
	Итого по разделу		
3 Методы условной оптимизации ФМП	3.1 основные понятия условной оптимизации, классический метод		1 – тип А 1 – тип В
	3.2 Линейное программирование	3.2.1 Основные понятия и определения	
		3.2.2 Структура допустимого множества в задаче линейного программирования	1 – тип С
		3.2.3 Задачи линейного программирования в разных формах	
		3.2.4 Методы решения задач ЛП: геометрический метод	
		3.2.5 Методы решения задач ЛП: симплекс-метод	
	3.2 задачи выпуклого программирования (ЗВП)	3.2.1 Основные понятия, постановка задач	1 – тип А
		3.2.2 Графический метод решения ЗВП	
		3.2.3 Метод множителей Лагранжа	1 – тип А
		3.2.4 Седловая точка, теорема Куна-Таккера	1 – тип В
Итого по разделу			Σ 6 3 – тип А 2 – тип В 1 – тип С
Итого по дисциплине			Σ 40 21 – тип А 8 – тип В 9 – тип С 2 – тип Д

Описание требований к тесту.

Тест за семестр и итоговый тест по дисциплине «Численные методы и теория оптимизации» за весь период изучения включает в себя вопросы и практические задания по всем разделам дисциплины в соответствии с рабочей программой. **Для успешного прохождения теста обучающийся должен – знать:** основные понятия, определения численных методов и методов оптимизации, численные методы решения СЛАУ и нелинейных уравнений, методы приближения функции, методы численного интегрирования и дифференцирования, методы решения ОДУ и дифференциальных уравнений в частных производных, методы одномерной, многомерной условной и безусловной оптимизации, **уметь:** находить

численное решение СЛАУ, нелинейных уравнений, строить интерполяционные многочлены и аппроксимирующие функции методом наименьших квадратов, применять методы численного интегрирования для вычисления определенного интеграла, численно решать ОДУ, строить разностные схемы для дифференциальных уравнений в частных производных, решать задачи безусловной и условной оптимизации функции одной и многих переменных, **владеть:** методами оценки погрешности и скорости сходимости численных методов и методов оптимизации, подбирать метод решения задачи с учетом ее особенностей. **Тест содержит задания** для оценки знаний, для оценки умений, для оценки навыков и (или) опыта деятельности. В тесте используются следующие типы тестовых заданий: задания закрытой формы (с выбором одного или нескольких правильных ответов); задания открытой формы (с конструируемым ответом); задание на установление соответствия. **На выполнение теста отводится 120 минут. Предлагаемое количество заданий – 40 заданий.**

Критерии и шкалы оценивания

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся при тестировании набрал 94–100 баллов
«хорошо»		Обучающийся при тестировании набрал 81–93 баллов
«удовлетворительно»		Обучающийся при тестировании набрал 70–80 баллов
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при тестировании набрал 0–69 баллов

Образец типового итогового теста по дисциплине за весь период ее освоения

- Дополните:
Вычислительная задача называется хорошо....., если при небольших изменениях входных данных результаты ее решения изменяются незначительно и при любых исходных данных из области их изменения задача однозначно разрешима.
- Выберите правильный ответ.
Величина $\Delta a = |A - a|$ называется
А) абсолютная погрешность
В) погрешность метода
С) относительная погрешность
D) погрешность округления
- Дополните.
Цифра числа называется верной (в широком смысле), если абсолютная погрешность этого числа не превосходит разряда, в котором стоит цифра.
- Выберите правильный ответ
Погрешность, связанная со способом решения поставленной математической задачи
А) погрешность метода
В) неустранимая погрешность
С) вычислительная погрешность
D) результирующая погрешность
- Выберите правильный ответ
Абсолютная погрешность округления с избытком числа 1,8 до целых равна
А) 0,2
В) 0
С) -0,2

D) 0,1

6. Дополните

Метод последовательного приближения, в котором точное решение может быть получено в результате выполнения бесконечного числа арифметических операций как предел последовательности приближений, называется

7. Выберите правильный ответ

Основная идея метода заключается в том, что при вычислении $(k+1)$ -го приближения неизвестной x_i учитываются уже вычисленные ранее $(k+1)$ -е приближения $x_1; x_2; \dots; x_{i-1}$.

- A) метод Зейделя
- B) матричный метод
- C) метод Крамера
- D) метод Гаусса

8. Выберите правильный ответ.

Отделить корень уравнения $\cos x = 2x$

- A) [0; 1]
- B) [-1; 1]
- C) [1; 2]
- D) [2; 3]

9. Выберите правильный ответ:

Достаточным условием сходимости метода итераций при решении нелинейного уравнения $x = \varphi(x)$ является условие:

- 1). $|\varphi'(x)| < 1$;
- 2). $|\varphi(x)| < 1$;
- 3). $|\varphi'(x)| > 1$;
- 4). $|\varphi(x)| > 1$.

10. Выберите правильный ответ:

Известно, что корень уравнения $5x^2 - 16x + 3 = 0$ принадлежит отрезку $[0;1]$. Тогда в качестве начальной точки x_0 в методе Ньютона можно выбрать точку

- 1). $x_0 = 1$;
- 2). $x_0 = 0$
- 3). $x_0 = \frac{1}{2}$;
- 4). Любую точку отрезка.

11. Установите соответствие:

Численные методы решения нелинейных уравнений можно классифицировать как:

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| 1) Метод Ньютона | A) методы первого порядка |
| 2) метод итераций | B) итерационные методы |
| 3) метод деления отрезка пополам | C) метод нулевого порядка |
| | D) методы второго порядка |

12. Дополните

Степень интерполяционного многочлена на меньше числа узлов интерполяции.

13. Выберите правильный ответ

Интерполяционный многочлен Лагранжа для функции, заданной таблично

x_i	1	2	3	5
y_i	1	5	14	81

имеет вид:

- A) $L_3(x) = x^3 - 2x^2 + 3x - 1$
 B) $L_4(x) = x^4 - 2x^3 + 3x^2 + 5x$
 C) $L_3(x) = x^3 + 2x^2 + 3x + 5$
 D) $L_4(x) = 5x^4 - 14x^3 + 81x^2 + 1$

14. Дополните

Интерполяционный многочлен Ньютона используется, если узлы интерполяции образуют сетку

15. Дополните

Постановка задачи метода наименьших квадратов: для функции $y = f(x)$, заданной таблично, найти эмпирическую формулу $y = \tilde{f}(x, a_1, a_2, \dots, a_m)$, так, чтобы среднеквадратическая погрешность $S^2 = \sum_i (\tilde{y}_i - y_i)^2$ была

16. Установите соответствие между эмпирическими зависимостями и способами спрямления:

$$y = a + \frac{b}{x}$$

$$Y = y, X = \frac{1}{x}, Y = a + bX$$

$$Y = \frac{1}{y}, X = x, Y = aX + b$$

$$y = \frac{1}{ax + b}$$

$$Y = \frac{1}{y}, X = \frac{1}{x}, Y = a + bX$$

$$Y = y, X = \frac{1}{x}, Y = aX + b$$

$$y = \frac{x}{ax + b}$$

$$Y = \frac{1}{y}, X = \frac{1}{x}, Y = aX + b$$

17. Выберите правильный ответ

Формула $S \approx \int_a^b f(x) dx \approx h \left(\frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right)$ реализует

- A) метод трапеций
 B) метод прямоугольников
 C) метод парабол
 D) метод Симпсона

18. Установите соответствие между формулами и методами численного интегрирования

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{b-a}{n} (y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1})$$

Метод прямоугольников

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{b-a}{n} \left(\frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right)$$

Метод трапеций

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{b-a}{6m} (y_0 + y_{2m} + 2(y_2 + \dots + y_{2m-2}) + 4(y_1 + \dots + y_{2m-1}))$$

$n = 2m$

Метод парабол
метод Симпсона

19. Выберите правильный ответ

Формула $y_{n+1} = y_n + h \cdot f(x_n; y_n)$ является основной формулой

- A) метода Эйлера
- B) модифицированного метода Эйлера
- C) метода Рунге-Кутты второго порядка
- D) метода Рунге-Кутты четвертого порядка

20. Выберите правильный ответ

Локальная оценка метода Рунге-Кутты четвертого порядка точности имеет вид:

- A) $|r| \leq Ch^5$
- B) $|r| \leq Ch^3$
- C) $|r| \leq Ch^4$
- D) $|r| \leq Ch^2$

21. Выберите правильный ответ

При интегрировании методом Эйлера ($y_{n+1} = y_n + \Delta y_n$; $\Delta y_n = h \cdot f(x_n; y_n)$) дифференциального уравнения $y' = y \cdot x$ с начальным условием $x_0 = 0$; $y_0 = 1.5$ на отрезке $[0; 1.5]$ при $h = 0.25$ Δy_2 равно:

- A) 0.406
- B) 0.25
- C) 0.375
- D) 0.445

22. Установите соответствие между дифференциальным уравнением и его разностной схемой

$$y'' + y + \sin 2x = 0$$

$$y_{i+1} \frac{1}{h^2} + y_i \left(1 - \frac{2}{h^2} \right) + y_{i-1} \frac{1}{h^2} = -\sin 2x_i$$

$$y'' + 4y - \sin 2x = 0$$

$$y_{i+1} \frac{1}{h^2} + y_i \left(4 - \frac{2}{h^2} \right) + y_{i-1} \frac{1}{h^2} = \sin 2x_i$$

$$y'' - 2y + \sin 2x = 0$$

$$y_{i+1} \frac{1}{h^2} + y_i \left(-2 - \frac{2}{h^2} \right) + y_{i-1} \frac{1}{h^2} = -\sin 2x_i$$

$$y_{i+1} \frac{1}{h^2} + y_i \left(-1 - \frac{2}{h^2} \right) + y_{i-1} \frac{1}{h^2} = \sin 2x_i$$

23. Дополните:

Процесс нахождения экстремума (глобального минимума или максимума) некоторой функции или выбор наилучшего (оптимального) варианта из множества возможных называется

24. Выберите правильный ответ:

Чтобы найти экстремум функции классическим методом, необходимо решить уравнение:

- 1). $f'(x) = 0$;
- 2). $f'(x) = const$;

- 3) $f(x) = 0$;
 4) $\int f(x)dx = 0$.

25. Установите соответствие

В методах дихотомии (метод половинного деления отрезка и метод золотого сечения отрезка) точка минимума x_* :

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1) $x_* \in [a_{k+1}, \beta_k]$ | А) если $f(\alpha_k) \leq f(\beta_k)$ |
| 2) $x_* \in [\alpha_k, b_{k+1}]$ | В) если $f(\alpha_k) > f(\beta_k)$ |
| 3) $x_* = a_{k+1}$ | С) $f'(a_{k+1}) = 0$ |
| 4) $x_* = b_{k+1}$ | Д) $f'(b_{k+1}) = 0$ |
| Е) $f(a_{k+1}) = 0$ | |
| Ж) $f(b_{k+1}) = 0$ | |

где точки a_{k+1}, b_{k+1} - концы $k+1$ отрезка, точки $\alpha_{k+1}, \beta_{k+1}$ - точки очередного сечения отрезка в заданном отношении.

26. Установите правильную последовательность действий при нахождении очередного приближения к точке минимума в методе касательных:

- А) проверить выполнение условия $f'(a_0) \cdot f'(b_0) < 0$;
 В) Вычислить значение по формуле $x_k = \frac{b_k f'(b_k) - a_k f'(a_k) + f(a_k) - f(b_k)}{f'(b_k) - f'(a_k)}$;
 С) Проверить условие $f'(x_k) \geq 0$;
 Д) Выбрать отрезок $[a_{k+1}, b_{k+1}]$, сдвинув один из концов предыдущего отрезка в точку x_k ;
 Е) Проверить условие $|f'(x_{k+1})| < \varepsilon$

27. Выберите правильный ответ:

Для нахождения точки минимума функции одной переменной методом Ньютона строиться последовательность приближений по формуле:

- 1) $x_{k+1} = x_k - \frac{f'(x_k)}{f''(x_k)}, k = 0, 1, 2, \dots$;
 2) $x_{k+1} = x_k + \frac{f'(x_k)}{f''(x_k)}, k = 0, 1, 2, \dots$;
 3) $x_{k+1} = x_k - \frac{f'(x_k)}{f(x_k)}, k = 0, 1, 2, \dots$;
 4) $x_{k+1} = x_k + \frac{f(x_k)}{f'(x_k)}, k = 0, 1, 2, \dots$

28. Установите соответствие:

Установите соответствие между методами отыскания минимума функции одной переменной и формулами построения последовательности приближений:

- | | |
|----------------------|--|
| 1) Метод Ньютона | А) $x_{k+1} = x_k - \frac{f'(x_k)}{f''(x_k)}, k = 0, 1, 2, \dots$ |
| 2) Метод касательных | Б) $x_k = \frac{b_k f'(b_k) - a_k f'(a_k) + f(a_k) - f(b_k)}{f'(b_k) - f'(a_k)}$; |

3) Метод ломаных

$$C) x'_k = \bar{x}_k - \Delta_k, x''_k = \bar{x}_k + \Delta_k, \Delta_k = \frac{f(\bar{x}_k) - \bar{y}_k}{2L},$$

$$y_2 = \frac{f(\bar{x}_k) + \bar{y}_k}{2}$$

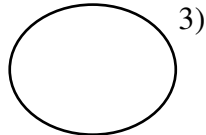
4) Методы дихотомии

$$D) f(\alpha_k) \leq f(\beta_k) \Rightarrow a_{k+1} = a_k, b_{k+1} = \beta_k, \\ x_* \in [a_{k+1}, b_{k+1}]$$

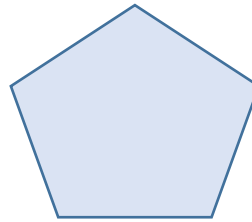
29. Выберите правильные ответы:

Укажите, какие из множеств являются выпуклыми:

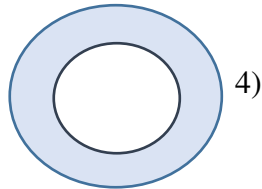
1)



3)

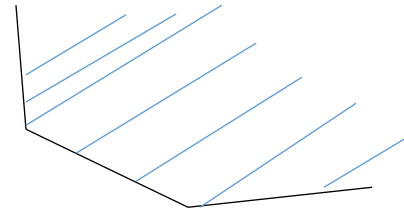


2)



4)

:



30. Выберите правильные ответы

Необходимое условие существования минимума функции многих переменных определяется уравнением:

1) $\frac{\partial f(\bar{x})}{\partial x_i} = 0, i = \overline{1, n}$

2) $\nabla f(\bar{x}) = 0$;

3) $f(x_1, x_2) = 0$;

4) $\Delta f(\bar{x}) = 0$.

31. Выберите правильный ответ:

В методе скорейшего градиентного спуска величина шага α_k в направлении градиента выбирается:

1) как результат решения задачи одномерной минимизации относительно α_k ;

2) независимо от номера итерации k ;

3) постоянным.

32. Установите соответствие:

В методах градиентного спуска очередное приближение к точке минимума ищется как:

1) Метод с постоянным шагом

А) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k - \alpha \cdot \nabla f(\bar{x}^k), \alpha = const$

2) Метод скорейшего спуска

Б) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k - \alpha_k \cdot \nabla f(\bar{x}^k), k = 0, 1, 2, \dots$

3) Метод сопряженных градиентов

В) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k + \alpha_k \bar{p}^k, \bar{p}^k = -\nabla f(\bar{x}^k) + \beta_k \bar{p}^{k-1}$

Г) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k + \alpha \cdot \nabla f(\bar{x}^k), \alpha = const$

33. Выберите правильный ответ:

Для того, чтобы модифицированный метод Ньютона для отыскания минимума функции многих переменных сошелся, необходимо следить за выполнением условия для матрицы Гессе $H(\bar{x}^k)$ исходной функции::

- 1) $H(\bar{x}^k) > 0$;
- 2) $H(\bar{x}^k) < 0$
- 3) $H(\bar{x}^k) = 0$
- 4) $H(\bar{x}^k) \neq 0$

34. Установите соответствие:

Для нахождения точки минимума функции многих переменных $f(\bar{x})$, $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ методом Ньютона и модифицированным методом Ньютона необходимо провести вычисления по формуле:

- | | |
|--|---|
| 1). для метода Ньютона | A) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k - H(\bar{x}^k)^{-1} \cdot \nabla f(\bar{x}^k)$ |
| 2). Для модифицированного метода Ньютона | B) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k - \alpha_k \cdot H(\bar{x}^k)^{-1} \cdot \nabla f(\bar{x}^k)$ |

- | |
|---|
| C) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k + H(\bar{x}^k)^{-1} \cdot \nabla f(\bar{x}^k)$ |
| D) $\bar{x}^{k+1} = \bar{x}^k + \alpha_k \cdot H(\bar{x}^k)^{-1} \cdot \nabla f(\bar{x}^k)$ |

где $H(\bar{x}^k)$ - матрица Гессе (матрица вторых производных) функции, $\nabla f(\bar{x}^k)$ -градиент исходной функции.

35. Дополните:

Задача нахождения минимума функции многих переменных при наличии дополнительных условий на переменные называется задачей минимизации.

36. Выберите правильные ответы:

Основная задача математического программирования записывается в виде:

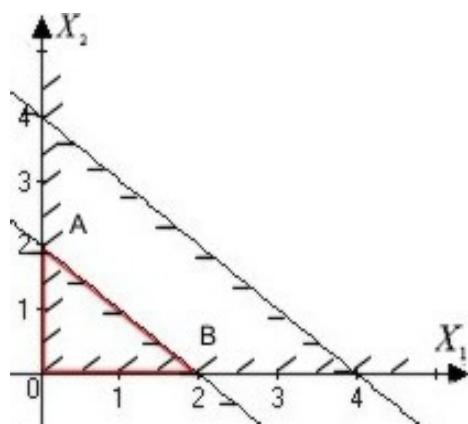
- | | |
|--|--|
| 1) $f(\bar{x}) \rightarrow \min$, | 3) $f(\bar{x}) \rightarrow \max$ |
| $\varphi_i(\bar{x}) \leq 0, \bar{x} \geq 0, i = \overline{1, m}$ | $\varphi_i(\bar{x}) \geq 0, \bar{x} \geq 0, i = \overline{1, m}$ |
| 2) $f(\bar{x}) \rightarrow \text{extr}$ | 4) $f(\bar{x}) \rightarrow \text{extr}$ |
| $\varphi_i(\bar{x}) = 0, \bar{x} \geq 0, i = \overline{1, m}$ | $\varphi_i(\bar{x}) \neq 0, \bar{x} \neq 0, i = \overline{1, m}$ |

37. Выберите правильный ответ:

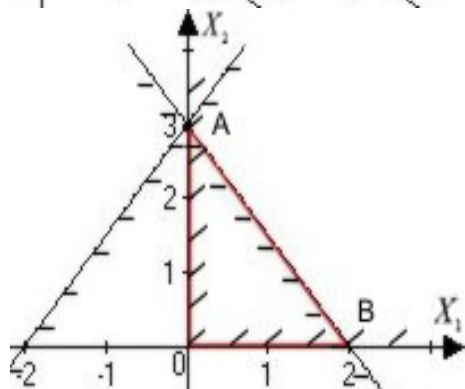
Для решения задачи выпуклого программирования для функции двух переменных можно применять:

- 1) Графический метод;
- 2) Симплекс-метод;
- 3) Метод множителей Лагранжа;
- 4) Метод потенциалов

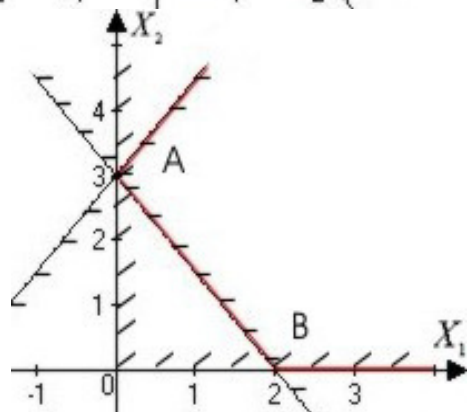
38. Установите соответствие между множествами допустимых значений, заданных графически и аналитически:



$$\begin{cases} x_1 + x_2 \leq 4, \\ x_1 + x_2 \leq 2, \\ x_{1,2} \geq 0. \end{cases}$$



$$\begin{cases} \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3} \leq 1, \\ -\frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3} \leq 1, \\ x_{1,2} \geq 0. \end{cases}$$



$$\begin{cases} \frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3} \geq 1, \\ -\frac{x_1}{2} + \frac{x_2}{3} \leq 1, \\ x_{1,2} \geq 0. \end{cases}$$

39. Для задачи выпуклого программирования $f(\bar{x}) \rightarrow \min$, $\varphi_i(\bar{x}) \leq 0$, $\bar{x} \geq 0$, $i = \overline{1, m}$ функция Лагранжа записывается в виде:

- 1) $L(\bar{x}, \bar{\lambda}) = f(\bar{x}) + \sum_{i=1}^m \lambda_i \varphi_i(\bar{x})$
- 2) $L(\bar{x}, \bar{\lambda}) = f(\bar{x}) + \sum_{i=1}^m (\lambda_i - \varphi_i(\bar{x}))$
- 3) $L(\bar{x}, \bar{\lambda}) = f(\bar{x}) - \sum_{i=1}^m \lambda_i + \varphi_i(\bar{x})$
- 4) $L(\bar{x}, \bar{\lambda}) = \lambda_i f(\bar{x}) + \sum_{i=1}^m \varphi_i(\bar{x})$

40. Точка (x_i^*, λ_i^*) называется точкой функции Лагранжа, если n-мерная точка \bar{x}^* точкой минимума функции $L(\bar{x}, \bar{\lambda}^*)$, а m-мерная точка $\bar{\lambda}^*$ точкой максимума функции $L(\bar{x}^*, \bar{\lambda})$, что для всех $\bar{x}, \bar{\lambda}$ выполняется неравенство $L(\bar{x}^*, \bar{\lambda}) \leq L(\bar{x}^*, \bar{\lambda}^*) \leq L(\bar{x}, \bar{\lambda}^*)$

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Контрольная работа (КР)	Контрольные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов КР по теме не менее двух. Во время выполнения КР пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения КР, доводит до обучающихся: тему КР, количество заданий в КР, время выполнения КР
Задания репродуктивного уровня	Выполнение заданий репродуктивного уровня, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов заданий по теме не менее пяти. Во время выполнения заданий пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий
Задания реконструктивного уровня	Выполнение заданий реконструктивного уровня, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся во время практических занятий. Вариантов заданий по теме не менее пяти. Во время выполнения заданий пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся: тему, количество заданий и время выполнения заданий
Тест	Тестирование с применением компьютерных технологий проводится по окончании семестра по окончании изучения дисциплины (контроль/проверка остаточных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности). Тесты формируются из фонда тестовых заданий по дисциплине. Структура фонда тестовых заданий по дисциплине, структуры тестов по итогам семестра и итогового теста по дисциплине и типовые примеры тестов приведены в разделе 3 данного документа. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации, как в форме допуска к экзамену, так и в форме экзамена. Описание требований, выполнение которых необходимо для успешного выполнения теста: тематика теста; перечень знать, уметь, владеть; виды и количество предъявляемых обучающемуся тестовых заданий; проходной балл; критерии оценки; норма времени; дополнительные требования, включая необходимость использования справочных таблиц и прочее приведены в разделе 3 данного Приложения. Тесты для самоконтроля обучающихся по разделам дисциплины, сформированы из материалов фонда тестовых заданий дисциплины. Требования к тестам для самоконтроля аналогичны требованиям к итоговым тестам по семестрам и дисциплине в целом
Защита лабораторной работы	Защита лабораторной работы проводится во время следующего занятия. Преподаватель последовательно проверяет выполнение работы каждым обучающимся, задавая уточняющие вопросы. Обучающийся должен сформулировать цель работы, пояснить порядок ее выполнения, интерпретировать полученные результаты и ответить на контрольные вопросы, которые даны в методическом пособии для выполнения лабораторных работ. После защиты работы преподаватель информирует обучающихся о выставленной ему оценке (баллах).

Для организации и проведения промежуточной аттестации (в форме зачета) составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:

- перечень теоретических вопросов к зачету для оценки знаний;
- перечень типовых простых практических заданий к зачету для оценки умений;
- перечень типовых практических заданий к зачету для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

Перечень теоретических вопросов и перечни типовых практических заданий разного уровня сложности к экзамену обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра и результатами тестирования по материалам, изученным в течении семестра.. Оценочные средства и типовые контрольные задания, используемые при текущем контроле в совокупности с тестированием, позволяют оценить знания, умения и владения навыками/опытом деятельности обучающихся при освоении дисциплины. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок). Время проведения тестирования объявляется обучающимся заранее.

Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля и тестирование за семестр (без дополнительного аттестационного испытания)

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю и обучающийся набрал при тестировании более 69 баллов	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю или обучающийся набрал при тестировании менее 69 баллов	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация в форме зачета проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач (не более двух теоретических и двух практических). Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания в форме собеседования проходит на последнем занятии по дисциплине.

Обучающиеся, не защитившие в течение семестра лабораторные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, должны, прежде чем получить зачет, защитить эти лабораторные.

В разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы» приведены типовые контрольные задания, для оценки результатов освоения образовательной программы. Задания, по которым проводятся контрольно-оценочные мероприятия, оформляются в соответствии с формами оформления оценочных средств, приведенными ниже, и не

выставляются в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранятся на кафедре-разработчике ФОС на бумажном носителе в составе ФОС по дисциплине.

